

10688762
12.22.03

1 ページ

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-8208

(P2002-8208A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51) IntCl.

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

テーマコード (参考)

C 5 D 0 3 3

D 5 D 0 3 4

F

K

5/39

5/39

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号

特願2000-186779(P2000-186779)

(22) 出願日

平成12年6月21日 (2000.6.21)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 佐々木 芳高

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72) 発明者 大山 信也

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74) 代理人 100107559

弁理士 星宮 勝美

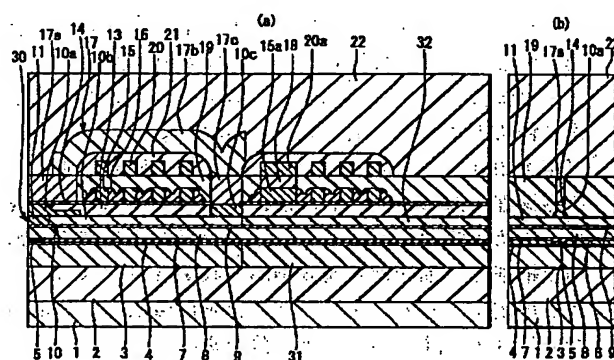
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 誘導型電磁変換素子の磁極部分を精度よく形成すると共に、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みを防止する。

【解決手段】 記録ヘッドは、下部磁極層10および上部磁極層17と、磁極層10、17の各磁極部分の間に設けられた記録ギャップ層14と、少なくとも一部が磁極層10、17の間に、2つの磁極層10、17に対して絶縁された状態で配設された薄膜コイル15、20とを有している。下部磁極層10と上部磁極層17は、それぞれ、磁極部分層10a、17aとヨーク部分層10b、17bとを有している。各ヨーク部分層10b、17bのエアベアリング面30側の端部はエアベアリング面30から離れた位置に配置されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドであって、

前記第1の磁性層は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む第1の磁極部分層と、前記第1の磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となる第1のヨーク部分層とを有し、

前記第2の磁性層は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第2の磁性層における磁極部分を含む第2の磁極部分層と、前記第2の磁極部分層の他方の面に接続され、第2の磁性層におけるヨーク部分となる第2のヨーク部分層とを有し、

前記第1のヨーク部分層と前記第2のヨーク部分層の各媒体対向面側の端部は、それぞれ媒体対向面から離れた位置に配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記第1の磁極部分層と前記第2の磁極部分層は、それぞれ、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含むことを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記第1の磁極部分層と前記第2の磁極部分層の少なくとも一方は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第1の部分と、前記第1の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含むことを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 更に、前記第1の磁極部分層と前記第2の磁極部分層の一方に形成され、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部と、前記絶縁層収納部に収納されたスロートハイト規定用絶縁層とを備えたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記薄膜コイルの少なくとも一部は、前記第1の磁極部分層の側方に配置されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 更に、前記第1の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記ギャップ層側の面が前記第1の磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を備えたことを特徴とする請求項5記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 前記薄膜コイルの少なくとも一部は、前

2

記第2の磁極部分層の側方に配置されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】 更に、前記第2の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記第2のヨーク部分層側の面が前記第2の磁極部分層における第2のヨーク部分層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を備えたことを特徴とする請求項7記載の薄膜磁気ヘッド。

10 【請求項9】 記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、
前記第1の磁性層を形成する工程と、

20 前記第1の磁性層の上に前記ギャップ層を形成する工程と、
前記ギャップ層の上に前記第2の磁性層を形成する工程と、

少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、この第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で配置されるように、前記薄膜コイルを形成する工程とを備え、

前記第1の磁性層を形成する工程は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む第1の磁極部分層と、前記第1の磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となる第1のヨーク部分層とを形成し、且つ前記第1のヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置し、

前記第2の磁性層を形成する工程は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第2の磁性層における磁極部分を含む第2の磁極部分層と、前記第2の磁極部分層の他方の面に接続され、第2の磁性層におけるヨーク部分となる第2のヨーク部分層とを形成し、且つ前記第2のヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項10】 前記第1の磁極部分層と前記第2の磁極部分層は、それぞれ、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含むことを特徴とする請求項9記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】 前記第1の磁極部分層と前記第2の磁極部分層の少なくとも一方は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第1の部分と、前記第1の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、

3

トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含むことを特徴とする請求項9記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 更に、前記第1の磁極部分層と前記第2の磁極部分層の一方に対して、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部を形成する工程と、前記絶縁層収納部に収納されるようにスロートハイト規定用絶縁層を形成する工程とを備えたことを特徴とする請求項9ないし11のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項13】 前記薄膜コイルを形成する工程は、前記薄膜コイルの少なくとも一部を前記第1の磁極部分層の側方に配置することを特徴とする請求項9ないし12のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項14】 更に、前記第1の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記ギャップ層側の面が前記第1の磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項13記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項15】 前記薄膜コイルを形成する工程は、前記薄膜コイルの少なくとも一部を前記第2の磁極部分層の側方に配置することを特徴とする請求項9ないし12のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項16】 更に、前記第2の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記第2のヨーク部分層側の面が前記第2の磁極部分層における第2のヨーク部分層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項15記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項17】 記録媒体に対向する媒体対向面と、磁気抵抗素子と、前記媒体対向面側の一部が前記磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドする第1および第2のシールド層とを有する再生ヘッドと、

互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有する記録ヘッドとを備え、

前記第1および第2の磁性層のうち、第1の磁性層が再生ヘッド側に配置された薄膜磁気ヘッドであって、前記第1の磁性層は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、前記磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを有し、前記ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面か

4

ら離れた位置に配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項18】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含むことを特徴とする請求項17記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項19】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第1の部分と、前記第1の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含むことを特徴とする請求項17記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項20】 更に、前記磁極部分層に形成され、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部と、前記絶縁層収納部に収納されたスロートハイト規定用絶縁層とを備えたことを特徴とする請求項17ないし19のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項21】 前記薄膜コイルの少なくとも一部は、前記磁極部分層の側方に配置されていることを特徴とする請求項17ないし20のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項22】 更に、前記磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記ギャップ層側の面が前記磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を備えたことを特徴とする請求項21記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項23】 記録媒体に対向する媒体対向面と、磁気抵抗素子と、前記媒体対向面側の一部が前記磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドする第1および第2のシールド層とを有する再生ヘッドと、

互いに磁気的に連結され、前記媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有する記録ヘッドとを備え、

前記第1および第2の磁性層のうち、第1の磁性層が再生ヘッド側に配置された薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記再生ヘッドを形成する工程と、前記第1の磁性層を形成する工程と、前記第1の磁性層の上に前記ギャップ層を形成する工程と、前記ギャップ層の上に前記第2の磁性層を形成する工程と、

少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、この第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で

10

20

30

40

50

5

配置されるように、前記薄膜コイルを形成する工程とを備え、

前記第1の磁性層を形成する工程は、一方の面が前記ギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、前記磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを形成し、且つ前記ヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項24】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含むことを特徴とする請求項23記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項25】 前記磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第1の部分と、前記第1の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含むことを特徴とする請求項23記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項26】 更に、前記磁極部分層に対して、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部を形成する工程と、前記絶縁層収納部に収納されるようにスロートハイト規定用絶縁層を形成する工程とを備えたことを特徴とする請求項23ないし25のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項27】 前記薄膜コイルを形成する工程は、前記薄膜コイルの少なくとも一部を前記磁極部分層の側方に配置することを特徴とする請求項23ないし26のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項28】 更に、前記磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、前記ギャップ層側の面が前記磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を形成する工程を備えたことを特徴とする請求項27記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、少なくとも誘導型電磁変換素子を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型電磁変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗（以下、MR (Magnetoresistive) とも記す。）素子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【0003】 ところで、記録ヘッドの性能のうち、記録

6

密度を高めるには、磁気記録媒体におけるトラック密度を上げる必要がある。このためには、記録ギャップ層を挟んでその上下に形成された下部磁極および上部磁極のエアベアリング面での幅を数ミクロンからサブミクロン寸法まで狭くした狭トラック構造の記録ヘッドを実現する必要があり、これを達成するために半導体加工技術が利用されている。

【0004】 ここで、図26ないし図29を参照して、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例として、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例について説明する。なお、図26ないし図29において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0005】 この製造方法では、まず、図26に示したように、例えばアルティック ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$) よりなる基板101の上に、例えばアルミナ (Al_2O_3) よりなる絶縁層102を、約5～10 μm 程度の厚みで堆積する。次に、絶縁層102の上に、磁性材料よりなる再生ヘッド用の下部シールド層103を形成する。

【0006】 次に、下部シールド層103の上に、例えばアルミナを100～200 nmの厚みにスパッタ堆積し、絶縁層としての下部シールドギャップ膜104を形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、再生用のMR素子105を、数十nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、MR素子105に電気的に接続される一対の電極層106を形成する。

【0007】 次に、下部シールドギャップ膜104およびMR素子105の上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜107を形成し、MR素子105をシールドギャップ膜104、107内に埋設する。

【0008】 次に、上部シールドギャップ膜107の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層（以下、下部磁極層と記す。）108を、約3 μm の厚みに形成する。

【0009】 次に、図27に示したように、下部磁極層108の上に、絶縁膜、例えばアルミナ膜よりなる記録ギャップ層109を0.2 μm の厚みに形成する。次に、磁路形成のために、記録ギャップ層109を部分的にエッチングして、コンタクトホール109aを形成する。次に、磁極部分における記録ギャップ層109の上に、記録ヘッド用の磁性材料よりなる上部磁極チップ110を、0.5～1.0 μm の厚みに形成する。このとき同時に、磁路形成のためのコンタクトホール109aの上に、磁路形成のための磁性材料からなる磁性層119を形成する。

【0010】 次に、図28に示したように、上部磁極チップ110をマスクとして、イオンミリングによって、記録ギャップ層109と下部磁極層108をエッチング

7

する。図28(b)に示したように、上部磁極部分(上部磁極チップ110)、記録ギャップ層109および下部磁極層108の一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム(Trim)構造と呼ばれる。

【0011】次に、全面に、例えばアルミナ膜よりなる絶縁層111を、約 $3\mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、この絶縁層111を、上部磁極チップ110および磁性層119の表面に至るまで研磨して平坦化する。

【0012】次に、平坦化された絶縁層111の上に、例えば銅(Cu)よりなる誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル112を形成する。次に、絶縁層111およびコイル112の上に、フォトレジスト層113を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層113の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。次に、フォトレジスト層113の上に、第2層目の薄膜コイル114を形成する。次に、フォトレジスト層113およびコイル114上に、フォトレジスト層115を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層115の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。

【0013】次に、図29に示したように、上部磁極チップ110、フォトレジスト層113、115および磁性層119の上に、記録ヘッド用の磁性材料、例えばパーマロイよりなる上部磁極層116を形成する。次に、上部磁極層116の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層117を形成する。最後に、上記各層を含むスライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面118を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0014】図30は、図29に示した薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、この図では、オーバーコート層117や、その他の絶縁層および絶縁膜を省略している。

【0015】図29(a)において、THは、スロートハイトを表し、MR-Hは、MRハイトを表している。なお、スロートハイトとは、2つの磁極層が記録ギャップ層を介して対向する部分の、エアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ(高さ)をいう。また、MRハイトとは、MR素子のエアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ(高さ)をいう。また、図29(b)において、P2Wは、磁極幅すなわち記録トラック幅を表している。薄膜磁気ヘッドの性能を決定する要因として、スロートハイトやMRハイト等の他に、図29(a)において θ で示したようなエイベックスアングル(Apex Angle)がある。このエイベックスアングルは、フォトレジスト層113、115で覆われて山状に盛り上がったコイル部分(以下、エイベックス部と言う。)における磁極側の側面の角部を結ぶ直線と絶縁層111の上面とのなす角度をいう。

【0016】

8

【発明が解決しようとする課題】薄膜磁気ヘッドの性能を向上させるには、図29に示したようなスロートハイトTH、MRハイトMR-H、エイベックスアングル θ および記録トラック幅P2Wを正確に形成することが重要である。

【0017】特に、近年は、高面密度記録を可能とするため、すなわち狭トラック構造の記録ヘッドを形成するために、トラック幅P2Wには $1.0\mu\text{m}$ 以下のサブミクロン寸法が要求されている。そのために半導体加工技術を利用して上部磁極をサブミクロン寸法に加工する技術が必要となる。

【0018】ここで、問題となるのは、エイベックス部の上に形成される上部磁極層を微細に形成することが困難なことである。

【0019】ところで、上部磁極層を形成する方法としては、例えば、特開平7-262519号公報に示されるように、フレームめっき法が用いられる。フレームめっき法を用いて上部磁極層を形成する場合は、まず、エイベックス部の上に全体的に、例えばパーマロイよりなる薄い電極膜を、例えばスパッタリングによって形成する。次に、その上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィ工程によりパターンニングして、めっきのためのフレーム(外枠)を形成する。そして、先に形成した電極膜をシード層として、めっき法によって上部磁極層を形成する。

【0020】ところが、エイベックス部と他の部分とでは、例えば $7\sim 10\mu\text{m}$ 以上の高低差がある。このエイベックス部上に、フォトレジストを $3\sim 4\mu\text{m}$ の厚みで塗布する。エイベックス部上のフォトレジストの膜厚が最低 $3\mu\text{m}$ 以上必要であるとする、流動性のあるフォトレジストは低い方に集まることから、エイベックス部の下方では、例えば $8\sim 10\mu\text{m}$ 以上の厚みのフォトレジスト膜が形成される。

【0021】上述のようにサブミクロン寸法の記録トラック幅を実現するには、フォトレジスト膜によってサブミクロン寸法の幅のフレームパターンを形成する必要がある。従って、エイベックス部上で、 $8\sim 10\mu\text{m}$ 以上の厚みのあるフォトレジスト膜によって、サブミクロン寸法の微細なパターンを形成しなければならない。ところが、このような厚い膜厚のフォトレジストパターンを狭パターン幅で形成することは製造工程上極めて困難であった。

【0022】しかも、フォトリソグラフィの露光時に、露光用の光が、シード層としての下地電極膜で反射し、この反射光によってもフォトレジストが感光して、フォトレジストパターンのぐずれ等が生じ、シャープかつ正確なフォトレジストパターンが得られなくなる。

【0023】このように、従来は、磁極幅がサブミクロン寸法になると、上部磁性層を精度よく形成することが困難になるという問題点があった。

10

20

30

40

50

9

【0024】このようなことから、上述の従来例の図27ないし図29の工程でも示したように、記録ヘッドの狭トラックの形成に有効な上部磁極チップ110によって、 $1.0\mu\text{m}$ 以下のトラック幅を形成した後、この上部磁極チップ110と接続されるヨーク部分となる上部磁極層116を形成する方法も採用されている（特開昭62-245509号公報、特開昭60-10409号公報参照）。このように、通常の上部磁極層を、上部磁極チップ110とヨーク部分となる上部磁極層116とに分割することにより、記録トラック幅を決定する上部磁極チップ110を、記録ギャップ層109の上の平坦な面の上に、ある程度微細に形成することが可能になる。

【0025】また、特開平6-314413号公報には、上部磁極層と下部磁極層の双方を、磁極部分を含む層とヨーク部分となる層の2つの層で構成した薄膜磁気ヘッドが開示されている。

【0026】しかしながら、図29に示した薄膜磁気ヘッドにおいても、特開平6-314413号公報に開示された薄膜磁気ヘッドにおいても、ヨーク部分となる層の先端面はエアベアリング面に露出している。そのため、このような薄膜磁気ヘッドでは、磁極部分を含む層のみならず、ヨーク部分となる層側でも書き込みが行われ、記録媒体に対して、本来、記録すべき領域以外の領域にもデータを書き込んでしまう、いわゆるサイドライトが発生するという問題点があった。

【0027】また、特開平6-314413号公報に開示された薄膜磁気ヘッドでは、磁極部分において、上部磁極層の2つの層と下部磁極層の2つの層の合計4つの層の幅が等しく形成されている。このように磁極部分において幅が等しくなるように4つの層を形成する方法としては、各層の形成時において各層の磁極部分の形状が決まるように各層を形成する方法や、4つの層を形成した後に、磁極部分における4つの層の幅が等しくなるように4つの層を一括してエッチングする方法が考えられる。

【0028】しかしながら、各層の形成時において各層の磁極部分の形状が決まるように各層を形成する方法では、特に記録トラック幅を小さくしていった場合には、各層の磁極部分の形状を精度よく決定し、且つ各層の磁極部分の位置合わせを精度よく行うことが難しいという問題点がある。

【0029】また、4つの層を一括してエッチングする方法では、エッチングに多くの時間を要すると共に、4つの層の磁極部分の形状を精度よく決定することが難しいという問題点がある。

【0030】また、従来の薄膜磁気ヘッドでは、磁路長（Yoke Length）を短くすることが困難であるという問題点があった。すなわち、コイルピッチが小さいほど、磁路長の短いヘッドを実現することができ、特に高周波

10

特性に優れた記録ヘッドを形成することができるが、コイルピッチを限りなく小さくしていった場合、スロートハイトゼロ位置（スロートハイトを決定する絶縁層のエアベアリング面側の端部の位置）からコイルの外周端までの距離が、磁路長を短くすることを妨げる大きな要因となっていた。磁路長は、1層のコイルよりは2層のコイルの方が短くできることから、多くの高周波用の記録ヘッドでは2層コイルを採用している。しかしながら、従来の磁気ヘッドでは、1層目のコイルを形成した後、コイル間の絶縁膜を形成するために、フォトレジスト膜を約 $2\mu\text{m}$ の厚みで形成している。そのため、1層目のコイルの外周端には丸みを帯びた小さなエイバックス部が形成される。次に、その上に2層目のコイルを形成するが、その際に、エイバックス部の傾斜部では、コイルのシード層のエッチングができず、コイルがショートするため、2層目のコイルは平坦部に形成する必要がある。

【0031】従って、例えば、コイルの厚みを $2\sim 3\mu\text{m}$ とし、コイル間絶縁膜の厚みを $2\mu\text{m}$ とし、エイバックスアングルを $45^\circ\sim 55^\circ$ とすると、磁路長としては、コイルに対応する部分の長さに加え、コイルの外周端からスロートハイトゼロ位置の近傍までの距離である $3\sim 4\mu\text{m}$ の距離の2倍（上部磁極層と下部磁極層とのコンタクト部からコイル内周端までの距離も $3\sim 4\mu\text{m}$ 必要。）の $6\sim 8\mu\text{m}$ が必要である。このコイルに対応する部分以外の長さが、磁路長の縮小を妨げる要因となっていた。

【0032】ここで、例えば、コイルの線幅が $1.2\mu\text{m}$ 、スペースが $0.8\mu\text{m}$ の11巻コイルを2層で形成する場合を考える。この場合、図29に示したように、1層目を6巻、2層目を5巻とすると、磁路長のうち、1層目のコイル112に対応する部分の長さは $11.2\mu\text{m}$ である。磁路長には、これに加え、1層目のコイル112の外周端および内周端より、1層目のコイル112を絶縁するためのフォトレジスト層113の端部までの距離として、合計 $6\sim 8\mu\text{m}$ の長さが必要になる。従って、磁路長は $17.2\sim 19.2\mu\text{m}$ となる。また、もし11巻コイルを1層で形成するとすると、磁路長は $27.2\sim 29.2\mu\text{m}$ となる。なお、本出願では、磁路長を、図29において符号 L_0 で示したように、磁極層のうちの磁極部分およびコンタクト部分を除いた部分の長さで表す。このように、従来は、磁路長の縮小が困難であり、これが高周波特性の改善を妨げていた。

【0033】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、誘導型電磁変換素子の磁極部分を精度よく形成することができると共に、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みを防止することができるようにした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0034】本発明の第2の目的は、上記第1の目的に

10

20

30

40

50

11

加え、磁路長の縮小を可能にした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0035】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の薄膜磁気ヘッドは、記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁氣的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドであって、第1の磁性層は、一方の面がギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む第1の磁極部分層と、第1の磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となる第1のヨーク部分層とを有し、第2の磁性層は、一方の面がギャップ層に隣接し、第2の磁性層における磁極部分を含む第2の磁極部分層と、第2の磁極部分層の他方の面に接続され、第2の磁性層におけるヨーク部分となる第2のヨーク部分層とを有し、第1のヨーク部分層と第2のヨーク部分層の各媒体対向面側の端部は、それぞれ媒体対向面から離れた位置に配置されているものである。

【0036】本発明の第1の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁氣的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法であって、第1の磁性層を形成する工程と、第1の磁性層の上にギャップ層を形成する工程と、ギャップ層の上に第2の磁性層を形成する工程と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、この第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で配置されるように、薄膜コイルを形成する工程とを備え、第1の磁性層を形成する工程は、一方の面がギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む第1の磁極部分層と、第1の磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となる第1のヨーク部分層とを形成し、且つ第1のヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置し、第2の磁性層を形成する工程は、一方の面がギャップ層に隣接し、第2の磁性層における磁極部分を含む第2の磁極部分層と、第2の磁極部分層の他方の面に接続され、第2の磁性層におけるヨーク部分となる第2のヨーク部分層とを形成し、且つ第2のヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置するものである。

12

【0037】本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁性層と第2の磁性層が共に磁極部分層とヨーク部分層とを有し、且つ各ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、2つの磁極部分層を精度よく形成することが可能であり、これにより、磁極部分を精度よく形成することが可能になる。また、本発明では、各ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みが防止される。

【0038】本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、第1の磁極部分層と第2の磁極部分層は、それぞれ、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含んでいてもよい。

【0039】また、本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、第1の磁極部分層と第2の磁極部分層の少なくとも一方は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第1の部分と、第1の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含んでいてもよい。

【0040】また、本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、第1の磁極部分層と第2の磁極部分層の一方に形成され、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部と、絶縁層収納部に収納されるスロートハイト規定用絶縁層とを設けてもよい。

【0041】また、本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、薄膜コイルの少なくとも一部は、第1の磁極部分層の側方に配置されていてもよい。この場合には、第1の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、ギャップ層側の面が第1の磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けてもよい。

【0042】また、本発明の第1の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、薄膜コイルの少なくとも一部は、第2の磁極部分層の側方に配置されていてもよい。この場合には、第2の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、第2のヨーク部分層側の面が第2の磁極部分層における第2のヨーク部分層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けてもよい。

【0043】本発明の第2の薄膜磁気ヘッドは、記録媒体に対向する媒体対向面と、磁気抵抗素子と、媒体対向面側の一部が磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、磁気抵抗素子をシールドする第1および第2のシールド層とを有する再生ヘッドと、互いに磁氣的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層

13

の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有する記録ヘッドとを備え、第1および第2の磁性層のうち、第1の磁性層が再生ヘッド側に配置された薄膜磁気ヘッドであって、第1の磁性層は、一方の面がギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを有し、ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されているものである。

【0044】本発明の第2の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、記録媒体に対向する媒体対向面と再生ヘッドと記録ヘッドとを備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法である。薄膜磁気ヘッドにおいて、再生ヘッドは、磁気抵抗素子と、媒体対向面側の一部が磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、磁気抵抗素子をシールドする第1および第2のシールド層とを有している。記録ヘッドは、互いに磁気的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを有している。また、薄膜磁気ヘッドにおいて、第1および第2の磁性層のうち、第1の磁性層が再生ヘッド側に配置されている。

【0045】本発明の第2の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、再生ヘッドを形成する工程と、第1の磁性層を形成する工程と、第1の磁性層の上にギャップ層を形成する工程と、ギャップ層の上に第2の磁性層を形成する工程と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、この第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で配置されるように、薄膜コイルを形成する工程とを備え、第1の磁性層を形成する工程は、一方の面がギャップ層に隣接し、第1の磁性層における磁極部分を含む磁極部分層と、磁極部分層の他方の面に接続され、第1の磁性層におけるヨーク部分となるヨーク部分層とを形成し、且つヨーク部分層の媒体対向面側の端部を媒体対向面から離れた位置に配置するものである。

【0046】本発明の第2の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁性層が磁極部分層とヨーク部分層とを有し、且つヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、第1の磁性層の磁極部分層を精度よく形成することが可能であり、これにより、磁極部分を精度よく形成することが可能になる。また、本発明では、ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みが防止される。

14

【0047】本発明の第2の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置された、トラック幅に等しい幅を有する部分を含んでいてもよい。

【0048】また、本発明の第2の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、磁極部分層は、一端が媒体対向面に配置され、トラック幅に等しい幅を有する第1の部分と、第1の部分よりも媒体対向面とは反対側に配置され、トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分とを含んでいてもよい。

【0049】また、本発明の第2の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、磁極部分層に形成され、スロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部と、絶縁層収納部に収納されるスロートハイト規定用絶縁層とを設けてもよい。

【0050】また、本発明の第2の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、薄膜コイルの少なくとも一部は、磁極部分層の側方に配置されていてもよい。この場合には、磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、ギャップ層側の面が磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けてもよい。

【0051】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【第1の実施の形態】まず、図1ないし図9を参照して、本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図1ないし図8において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0052】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、まず、図1に示したように、例えばアルティック ($Al_2O_3 \cdot TiC$) よりなる基板1の上に、例えばアルミナ (Al_2O_3) よりなる絶縁層2を、約 $5 \mu m$ の厚みで堆積する。次に、絶縁層2の上に、磁性材料、例えばパーマロイよりなる再生ヘッド用の下部シールド層3を、約 $3 \mu m$ の厚みに形成する。下部シールド層3は、例えば、フォトレジスト膜をマスクにして、めっき法によって、絶縁層2の上に選択的に形成する。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層31を、例えば $4 \sim 5 \mu m$ の厚みに形成し、例えば化学機械研磨(以下、CMPと記す。)によって、下部シールド層3が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。

【0053】次に、下部シールド層3の上に、絶縁膜としての下部シールドギャップ膜4を、例えば約 $20 \sim 40 nm$ の厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、再生用のMR素子5を、数十nmの厚みに形成する。MR素子5は、例えば、スパッタによって形成したMR膜を選択的にエッチングすることによって形

15

成する。なお、MR素子5には、AMR素子、GMR素子、あるいはTMR（トンネル磁気抵抗効果）素子等の磁気抵抗効果を示す感磁膜を用いた素子を用いることができる。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、MR素子5に電氣的に接続される一対の電極層6を、数十nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4およびMR素子5の上に、絶縁膜としての上部シールドギャップ膜7を、例えば約20～40nmの厚みに形成し、MR素子5をシールドギャップ膜4、7内に埋設する。シールドギャップ膜4、7に使用する絶縁材料としては、アルミナ、窒化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）等がある。また、シールドギャップ膜4、7は、スパッタ法によって形成してもよいし、化学的気相成長（CVD）法によって形成してもよい。アルミナ膜よりなるシールドギャップ膜4、7をCVD法によって形成する場合には、材料としては例えばトリメチルアルミニウム（ $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ ）および H_2O を用いる。CVD法を用いると、薄く、且つ緻密でピンホールの少ないシールドギャップ膜4、7を形成することが可能となる。

【0054】次に、上部シールドギャップ膜7の上に、磁性材料、例えばバーマロイよりなる、再生ヘッド用の上部シールド層8を、例えば1.0 μm の厚みに形成する。

【0055】次に、上部シールド層8の上に、再生ヘッドと記録ヘッドとを磁氣的に絶縁するための、例えばアルミナよりなる絶縁膜9を、例えば0.1～0.2 μm の厚みに形成する。

【0056】次に、図2に示したように、絶縁膜9の上に、磁性材料によって、記録ヘッド用の下部磁極層10におけるヨーク部分となるヨーク部分層10bを、例えば1.5 μm の厚みで、選択的に形成する。なお、下部磁極層10は、このヨーク部分層10bと、後述する磁極部分層10aおよび接続部分層10cとで構成される。ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部は、エアベアリング面30から離れた位置に配置されている。

【0057】ヨーク部分層10bは、 NiFe （ Ni ：80重量%， Fe ：20重量%）や、高飽和磁束密度材料である NiFe （ Ni ：45重量%， Fe ：55重量%）等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料である FeN 、 FeZrN 等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料である CoFe 、 Co 系アモルファス材等を用いてもよい。

【0058】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層を、約2～3 μm の厚みに形成し、例えばCMPによって、ヨーク部分層10bが露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。これにより、図2に示したように、ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端

16

部からエアベアリング面30までの部分において、絶縁膜9の上に絶縁層11が形成される。また、絶縁膜9の上における他の部分には、絶縁層32が形成される。

【0059】次に、図3に示したように、絶縁層11とヨーク部分層10bの上に下部磁極層10の磁極部分層10aを形成すると共に、ヨーク部分層10bの上に接続部分層10cを形成する。磁極部分層10aは、下部磁極層10における磁極部分を含む。接続部分層10cは、後述する薄膜コイルの中心の近傍の位置に配置される。磁極部分層10aと接続部分層10cの厚みは、例えば1.0 μm とする。

【0060】下部磁極層10の磁極部分層10aおよび接続部分層10cは、 NiFe （ Ni ：80重量%， Fe ：20重量%）や、高飽和磁束密度材料である NiFe （ Ni ：45重量%， Fe ：55重量%）等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料である FeN 、 FeZrN 等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料である CoFe 、 Co 系アモルファス材等を用いてもよい。

【0061】次に、磁極部分層10aの上面のうち、所望のスロートハイトゼロ位置からエアベアリング面30とは反対側の部分を、イオンミリング等によって、例えば0.3～0.6 μm だけエッチングする。これにより、磁極部分層10aにおいて、スロートハイトゼロ位置からエアベアリング面30とは反対側の部分に、後述するスロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収容する絶縁層収納部12が形成される。

【0062】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層13を、約2～3 μm の厚みに形成し、例えばCMPによって、磁極部分層10aおよび接続部分層10cが露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。図3に示したように、絶縁層13のうち、絶縁層収納部12に収容された部分は、スロートハイト規定用絶縁層となる。

【0063】次に、図4に示したように、全体に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層14を、例えば0.1～0.15 μm の厚みに形成する。記録ギャップ層14に使用する絶縁材料としては、一般的に、アルミナ、窒化アルミニウム、シリコン酸化物系材料、シリコン窒化物系材料、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）等がある。また、記録ギャップ層14は、スパッタ法によって形成してもよいし、化学的気相成長（CVD）法によって形成してもよい。アルミナ膜よりなる記録ギャップ層14をCVD法によって形成する場合には、材料としては例えばトリメチルアルミニウム（ $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ ）および H_2O を用いる。CVD法を用いると、薄く、且つ緻密でピンホールの少ない記録ギャップ層14を形成することが可能となる。

【0064】次に、磁路形成のために、後述する薄膜コ

10

20

30

40

50

17

イルの中心の近傍の位置において、記録ギャップ層14を部分的にエッチングしてコンタクトホール14Aを形成する。

【0065】次に、記録ギャップ層14の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイルの第1層部分15を、例えば1.0~2.0 μ mの厚みおよび1.2~2.0 μ mのコイルピッチで形成する。薄膜コイルの第1層部分15は、接続部分層10cを中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号15aは、薄膜コイルの第1層部分15を後述する第2層部分20に接続するための接続部を示している。次に、薄膜コイルの第1層部分15を囲うようにフォトレジスト層16を形成する。

【0066】次に、図5に示したように、記録ギャップ層14のエアベアリング面30側の端部近傍の位置において、記録ギャップ層14の上に、上部磁極層17における磁極部分を含む磁極部分層17aを形成する。このとき同時に、コンタクトホール14Aの上に接続部分層17cを形成し、薄膜コイルの第1層部分15における接続部15aの上に接続層18を形成する。磁極部分層17a、接続部分層17cおよび接続層18は、同じ磁性材料によって形成し、厚みは例えば3 μ mとする。接続部分層17cは、下部磁極層10の接続部分層10cに接続される。上部磁極層17は、磁極部分層17aおよび接続部分層17cと、後述するヨーク部分層17bとで構成される。

【0067】磁極部分層17a、接続部分層17cおよび接続層18は、NiFe(Ni:80重量%, Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe

(Ni:45重量%, Fe:55重量%)等を用い、め

【0068】次に、図6に示したように、磁極部分層17aの周辺において、磁極部分層17aをマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層14を選択的にエッチングする。このときのドライエッチングには、例えば、BCl₂、Cl₂等の塩素系ガスや、CF₄、SF₆等のフッ素系ガス等のガスを用いた反応性イオンエッチング(以下、RIEと記す。)が用いられる。次に、磁極部分層17aの周辺において、磁極部分層17aをマスクとして、例えばアルゴン系ガスを用いたイオンミリングによって、下部磁極層10の磁極部分層10aを選択的に約0.3~0.6 μ m程度エッチングして、図6(b)に示したようなトリム構造とする。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止

18

することができる。なお、エアベアリング面30における磁極部分層17aの幅と磁極部分層10aの幅を、厚み方向の全体にわたって等しくしてもよい。この場合、磁極部分層17aの周辺において、磁極部分層17aをマスクとして記録ギャップ層14と磁極部分層10aとをエッチングしてもよいし、磁極部分層17aの上に形成したマスク層をマスクとして磁極部分層17a、記録ギャップ層14および磁極部分層10aをエッチングしてもよい。

【0069】次に、全体に、例えばアルミナよりなるコイル絶縁層19を、約3~4 μ mの厚みに形成する。次に、例えばCMPによって、磁極部分層17a、接続部分層17cおよび接続層18が露出するまで、コイル絶縁層19を研磨して、表面を平坦化処理する。

【0070】次に、図7に示したように、コイル絶縁層19の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイルの第2層部分20を、例えば1.0~2.0 μ mの厚みおよび1.2~2.0 μ mのコイルピッチで形成する。薄膜コイルの第2層部分20は、接続部分層17cを中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号20aは、薄膜コイルの第2層部分20を第1層部分15に接続するための接続部を示している。接続部20aは、接続層18を介して、第1層部分15の接続部15aに接続される。次に、薄膜コイルの第2層部分20を覆うようにフォトレジスト層21を形成する。

【0071】次に、図8に示したように、磁極部分層17a、フォトレジスト層21および接続部分層17cの上に、上部磁極層17のヨーク部分となるヨーク部分層17bを、例えば2.0~3.0 μ mの厚みに形成する。ヨーク部分層17bは、NiFe(Ni:80重量%, Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe(Ni:45重量%, Fe:55重量%)等を用い、めっき法によって所定のパターンに形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN、FeZrN等の材料を用い、スパッタ後、イオンミリング等によって選択的にエッチングして所定のパターンに形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe、Co系アモルファス材等を用いてもよい。また、高周波特性の改善のため、ヨーク部分層17bを、無機系の絶縁膜とパーマロイ等の磁性層とを何層にも重ね合わせた構造としてもよい。

【0072】また、ヨーク部分層17bのエアベアリング面30側の端部は、エアベアリング面30から離れた位置に配置されている。

【0073】次に、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層22を、例えば20~40 μ mの厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、上記各層を含むスライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッド

19

を含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面30を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0074】図9は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける下部磁極層10および上部磁極層17の磁極部分の近傍を示す斜視図である。

【0075】本実施の形態では、下部磁極層10が本発明における第1の磁性層に対応し、上部磁極層17が本発明における第2の磁性層に対応する。また、下部シールド層3は本発明における第1のシールド層に対応し、上部シールド層8は本発明における第2のシールド層に

対応する。
【0076】以上説明したように、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、記録媒体に対向する媒体対向面（エアベアリング面30）と、再生ヘッドと、記録ヘッド（誘導型電磁変換素子）とを備えている。再生ヘッドと記録ヘッドは、絶縁膜9によって磁氣的に絶縁されている。

【0077】再生ヘッドは、MR素子5と、エアベアリング面30側の一部がMR素子5を挟んで対向するように配置され、MR素子5をシールドする下部シールド層3および上部シールド層8とを有している。

【0078】記録ヘッドは、互いに磁氣的に連結され、エアベアリング面30側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む下部磁極層10および上部磁極層17と、これら2つの磁極層10、17の各磁極部分の間に設けられた記録ギャップ層14と、少なくとも一部がこれら2つの磁極層10、17の間に、2つの磁極層10、17に対して絶縁された状態で配設された薄膜コイル15、20とを有している。

【0079】下部磁極層10は、一方の面（上面）が記録ギャップ層14に隣接し、下部磁極層10における磁極部分を含む磁極部分層10aと、磁極部分層10aの他方の面（下面）に接続され、下部磁極層10におけるヨーク部分となるヨーク部分層10bとを有している。ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部はエアベアリング面30から離れた位置に配置されている。ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部からエアベアリング面30までの部分には、絶縁層11が配置されている。

【0080】上部磁極層17は、一方の面（下面）が記録ギャップ層14に隣接し、上部磁極層17における磁極部分を含む磁極部分層17aと、磁極部分層17aの他方の面（上面）に接続され、上部磁極層17におけるヨーク部分となるヨーク部分層17bとを有している。ヨーク部分層17bのエアベアリング面30側の端部はエアベアリング面30から離れた位置に配置されている。

【0081】また、図9に示したように、下部磁極層10における磁極部分層10aは、一端がエアベアリング

20

面30に配置され、少なくとも一部が記録トラック幅に等しい幅を有する第1の部分10a₁と、第1の部分10a₁におけるエアベアリング面30とは反対側に連結され、記録トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分10a₂とを含んでいる。また、磁極部分層10aの記録ギャップ層14側の面には、スロートハイトゼロ位置からエアベアリング面30とは反対側の部分に絶縁層収納部12が形成されている。この絶縁層収納部12には、絶縁層13（図9では図示せず）の一部であるスロートハイト規定用絶縁層が収納されている。本実施の形態では、絶縁層収納部12のエアベアリング面30側の端部がスロートハイトを規定する。

【0082】上部磁極層17における磁極部分層17aは、一端がエアベアリング面30に配置され、記録トラック幅に等しい幅を有する第1の部分17a₁と、第1の部分17a₁におけるエアベアリング面30とは反対側に連結され、記録トラック幅よりも大きい幅を有する第2の部分17a₂とを含んでいる。

【0083】また、薄膜コイルの第1層部分15は、上部磁極層17の磁極部分層17aの側方に配置されている。第1層部分15は、フォトレジスト層16とコイル絶縁層19とによって覆われ、コイル絶縁層19の上面は、磁極部分層17aの上面と共に平坦化されている。そして、このコイル絶縁層19の上に薄膜コイルの第2層部分20が形成されている。

【0084】以上説明したように、本実施の形態では、下部磁極層10と上部磁極層17が、それぞれ、磁極部分層10a、17aとヨーク部分層10b、17bとを有している。従って、本実施の形態によれば、磁極部分を含む磁極部分層10a、17aを微細に精度よく形成することが可能になる。また、本実施の形態では、各ヨーク部分層10b、17bのエアベアリング面30側の端部はエアベアリング面30から離れた位置に配置されている。そのため、本実施の形態では、エアベアリング面30における上部磁極層17の磁極部分の幅と下部磁極層10の磁極部分の幅を等しくする場合、磁極部分層10a、17aおよびヨーク部分層10b、17bの4つの層についてではなく、磁極部分層10a、17aの2つの層のみについて磁極部分の幅を等しくすればよい。従って、本実施の形態によれば、上部磁極層17の磁極部分の幅と下部磁極層10の磁極部分の幅を等しくすることを、容易に且つ精度よく行うことができる。以上のことから、本実施の形態によれば、記録ヘッド（誘導型電磁変換素子）の磁極部分を精度よく形成することが可能になる。

【0085】また、本実施の形態によれば、各ヨーク部分層10b、17bのエアベアリング面30側の端部をエアベアリング面30から離れた位置に配置したので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込み、すなわちサイドライトを防止することができる。

21

【0086】ところで、従来、記録ヘッドの下部磁極層が再生ヘッドの上部シールド層を兼ねた構造の複合型薄膜磁気ヘッドでは、記録ヘッドにおける記録動作の直後に、再生ヘッドにおける再生信号にノイズが発生したり、再生信号の変動が大きくなるという問題点があった。その原因の一つは、記録ヘッドの記録動作に伴って記録ヘッド側で発生する残留磁気およびその変動であると考えられる。

【0087】これに対し、本実施の形態では、再生ヘッドの上部シールド層8と記録ヘッドの下部磁極層10とを分離すると共に、これらの間に絶縁膜9を配置している。これにより、記録ヘッド側で発生する残留磁気のMR素子5に対する影響を低減することができる。更に、本実施の形態では、下部磁極層10のヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部をエアベアリング面30から離れた位置に配置し、ヨーク部分層10bのエアベアリング面30側の端部からエアベアリング面30までの部分に絶縁層11を配置しているため、記録ヘッドの磁極部分と再生ヘッドのMR素子5との間を絶縁層11によって磁気的に分離することができる。その結果、本実施の形態によれば、絶縁層11によって、記録ヘッド側で発生する残留磁気のMR素子5に対する影響をより一層低減することができる。従って、本実施の形態によれば、記録ヘッドの記録動作に起因して再生ヘッドにおける再生信号に発生するノイズや変動を低減することができる。

【0088】また、本実施の形態では、絶縁層収納部12のエアベアリング面30側の端部によってスロートハイトを規定している。ところで、もし、下部磁極層10の磁極部分層10aの全体をスロートハイトに等しい長さとして、磁極部分層10aの端部によってスロートハイトを規定するようにした場合には、下部磁極層10の磁極部分層10aとヨーク部分層10bとの接続部分で磁路の断面積が急激に減少するため、この部分で磁束の飽和が生じる可能性がある。これは、特にスロートハイトが小さくなったときに顕著になる。

【0089】これに対し、本実施の形態では、下部磁極層10の磁極部分層10aに絶縁層収納部12を形成し、この絶縁層収納部12のエアベアリング面30側の端部によってスロートハイトを規定している。従って、本実施の形態によれば、スロートハイトゼロ位置よりもエアベアリング面30から離れた位置においても、磁極部分層10aとヨーク部分層10bとを接触させることができる。従って、本実施の形態によれば、下部磁極層10において磁路の断面積が急激に減少することがなく、磁路の途中での磁束の飽和を防止することができる。その結果、本実施の形態によれば、薄膜コイル15、20で発生した起磁力を効率よく記録に利用することが可能となる。

【0090】また、本実施の形態では、薄膜コイルの第

22

1層部分15を、上部磁極層17の磁極部分層17aの側方に配置し、平坦な記録ギャップ層14の上に形成している。そのため、本実施の形態によれば、第1層部分15を微細に精度よく形成することが可能になる。更に、本実施の形態では、第1層部分15を覆うコイル絶縁層19の上面を、磁極部分層17aの上面と共に平坦化し、この平坦なコイル絶縁層19の上に薄膜コイルの第2層部分20を形成している。そのため、本実施の形態によれば、第2層部分20も微細に精度よく形成することが可能になる。また、本実施の形態によれば、磁極部分層17aのエアベアリング面30とは反対側の端部の近くに、薄膜コイルの第1層部分15の端部を配置することができる。

【0091】これらのことから、本実施の形態によれば、従来に比べて磁路長の縮小が可能となる。更に、薄膜コイル15、20で発生した起磁力が途中で飽和することを防止でき、薄膜コイル15、20で発生した起磁力を効率よく記録に利用することができる。従って、本実施の形態によれば、記録ヘッドの高周波特性や、非線形トランジションシフト (Non-linear Transition Shift; NLTS) や、重ね書きする場合の特性であるオーバーライト特性の優れた薄膜磁気ヘッドを提供することが可能となる。

【0092】[第2の実施の形態] 次に、図10ないし図14を参照して、本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図10ないし図14において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0093】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、薄膜コイルを一つの層で構成し、上部磁極層側でスロートハイトを規定するようにした例である。本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上部シールドギャップ膜7を形成する工程までは、第1の実施の形態と同様である。

【0094】本実施の形態では、次に、図10に示したように、上部シールドギャップ膜7の上に、磁性材料、例えばパーマロイよりなる、再生ヘッド用の上部シールド層8を、例えば1.0 μm の厚みで選択的に形成する。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層34を、約2~3 μm の厚みに形成し、例えばCMPによって、上部シールド層8が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。

【0095】次に、上部シールド層8および絶縁層34の上に、再生ヘッドと記録ヘッドとを磁気的に絶縁するための、例えばアルミナよりなる絶縁膜9を、例えば0.1~0.2 μm の厚みに形成する。

【0096】次に、絶縁膜9の上に、磁性材料によって、記録ヘッド用の下部磁極層40におけるヨーク部分となるヨーク部分層40bを、例えば1.5 μm の厚み

23

で、選択的に形成する。なお、下部磁極層40は、このヨーク部分層40bと、後述する磁極部分層40aおよび接続部分層40cとで構成される。ヨーク部分層40bのエアベアリング面30側の端部は、エアベアリング面30から離れた位置に配置されている。ヨーク部分層40bの材料や形成方法は、第1の実施の形態におけるヨーク部分層10bと同様である。

【0097】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層を、約2~3 μ mの厚みに形成し、例えばCMPによって、ヨーク部分層40bが露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。これにより、図10に示したように、ヨーク部分層40bのエアベアリング面30側の端部からエアベアリング面30までの部分において、絶縁膜9の上に絶縁層41が形成される。

【0098】次に、絶縁層41とヨーク部分層40bの上に下部磁極層40の磁極部分層40aを形成すると共に、ヨーク部分層40bの上に接続部分層40cを形成する。磁極部分層40aは、下部磁極層40における磁極部分を含む。接続部分層40cは、後述する薄膜コイルの中心の近傍の位置に配置される。磁極部分層40aと接続部分層40cの厚みは、例えば1.0 μ mとする。

【0099】下部磁極層40の磁極部分層40aおよび接続部分層40cの材料や形成方法は、第1の実施の形態における下部磁極層10の磁極部分層10aおよび接続部分層10cと同様である。

【0100】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層43を、約2~3 μ mの厚みに形成し、例えばCMPによって、磁極部分層40aおよび接続部分層40cが露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。

【0101】次に、全体に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層44を、例えば0.1~0.15 μ mの厚みに形成する。記録ギャップ層44の材料や形成方法は、第1の実施の形態における記録ギャップ層14と同様である。

【0102】次に、磁路形成のために、後述する薄膜コイルの中心の近傍の位置において、記録ギャップ層44を部分的にエッチングしてコンタクトホール44Aを形成する。

【0103】次に、図11に示したように、記録ギャップ層44の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイル45を、例えば1.0~2.0 μ mの厚みおよび1.2~2.0 μ mのコイルピッチで形成する。薄膜コイル45は、接続部分層40cを中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号45aは、薄膜コイル45を後述するリード層50に接続するための接続部を示している。次に、薄膜コイル45を囲うようにフォトレジスト層46を形成する。

【0104】次に、図12に示したように、記録ギャップ層44のエアベアリング面30側の端部近傍の位置に

24

において、記録ギャップ層44の上に、上部磁極層47における磁極部分を含む磁極部分層47aを形成する。このとき同時に、コンタクトホール44Aの上に接続部分層47cを形成し、薄膜コイル45における接続部45aの上に接続層48を形成する。磁極部分層47a、接続部分層47cおよび接続層48は、同じ磁性材料によって形成し、厚みは例えば3 μ mとする。

【0105】接続部分層47cは、下部磁極層40の接続部分層40cに接続される。上部磁極層47は、磁極部分層47aおよび接続部分層47cと、後述するヨーク部分層47bとで構成される。

【0106】磁極部分層47a、接続部分層47cおよび接続層48の材料や形成方法は、第1の実施の形態における磁極部分層17a、接続部分層17cおよび接続層18と同様である。

【0107】本実施の形態では、磁極部分層47aにおけるエアベアリング面30とは反対側の端部近傍の一部はフォトレジスト層46の上に形成される。また、フォトレジスト層46のエアベアリング面30側の端部はスロートハイトを規定する。従って、本実施の形態では、磁極部分層47aと記録ギャップ層44との間に配置されたフォトレジスト層46の一部がスロートハイト規定用絶縁層となる。また、磁極部分層47aにおいてスロートハイト規定用絶縁層を収納する部分が絶縁層収納部となる。

【0108】次に、磁極部分層47aの周辺において、磁極部分層47aをマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層44を選択的にエッチングする。次に、磁極部分層47aの周辺において、磁極部分層47aをマスクとして、例えばアルゴン系ガスをを用いたイオンミリングによって、下部磁極層40の磁極部分層40aを選択的に約0.3~0.6 μ m程度エッチングして、図12(b)に示したようなトリム構造とする。なお、エアベアリング面30における磁極部分層47aの幅と磁極部分層40aの幅を、厚み方向の全体にわたって等しくしてもよい。この場合、磁極部分層47aの周辺において、磁極部分層47aをマスクとして記録ギャップ層44と磁極部分層40aとをエッチングしてもよいし、磁極部分層47aの上に形成したマスク層をマスクとして磁極部分層47a、記録ギャップ層44および磁極部分層40aをエッチングしてもよい。

【0109】次に、図13に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるコイル絶縁層49を、約3~4 μ mの厚みに形成する。次に、例えばCMPによって、磁極部分層47a、接続部分層47cおよび接続層48が露出するまで、コイル絶縁層49を研磨して、表面を平坦化処理する。

【0110】次に、磁極部分層47a、コイル絶縁層49および接続部分層47cの上に、上部磁極層47のヨーク部分となるヨーク部分層47bを、例えば2.0~

25

3. $0.0\mu\text{m}$ の厚みに形成する。このとき同時に、コイル絶縁層49の上に、接続層48に接続されるリード層50を、例えば $2.0\sim 3.0\mu\text{m}$ の厚みに形成する。ヨーク部分層47bおよびリード層50の材料や形成方法は、第1の実施の形態におけるヨーク部分層17bと同様である。また、ヨーク部分層47bのエアベアリング面30側の端部は、エアベアリング面30から離れた位置に配置されている。

【0111】次に、図14に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層52を、例えば10 $2.0\sim 4.0\mu\text{m}$ の厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、上記各層を含むスライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面30を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0112】本実施の形態では、下部磁極層40が本発明における第1の磁性層に対応し、上部磁極層47が本発明における第2の磁性層に対応する。

【0113】本実施の形態では、薄膜コイル45を上部20 磁極層47の磁極部分層47aの側方に配置すると共に、薄膜コイル45を覆うコイル絶縁層49の上面を、磁極部分層47aの上面と共に平坦化し、この平坦なコイル絶縁層49の上に上部磁極層47のヨーク部分層47bを形成している。従って、本実施の形態によれば、ヨーク部分層47bを精度よく形成することが可能になる。

【0114】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0115】【第3の実施の形態】次に、図15ないし30 図18を参照して、本発明の第3の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図15ないし図18において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0116】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、第2の実施の形態と同様に、薄膜コイルを一つの層で構成し、上部磁極層側でスロートハイトを規定するようにした例である。本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、記録ギャップ層44を形成し、この記録ギャップ層44にコンタクトホール44Aを形成する工程までは、第2の実施の形態と同様である。

【0117】本実施の形態では、次に、図15に示したように、記録ギャップ層44の上において、エアベアリング面30より所定の距離だけ離れた位置からコンタクトホール44Aの近傍の位置にかけて、例えばアルミナよりなる絶縁層66を、例えば $0.8\mu\text{m}$ の厚みに形成する。

【0118】次に、全体に、FeNやFeCo等の高飽和磁束密度材料をスパッタリングして、被パターニング50

26

膜67pを、例えば $1.5\sim 2.0\mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、この被パターニング膜67pの上に、アルミナ等の絶縁材料によって、所定のパターンのマスク層68a、68bを、例えば $1.0\mu\text{m}$ の厚みに形成する。マスク層68aは、被パターニング膜67pのうち、後述する磁極部分層67aとなる部分の上に形成され、マスク層68bは、被パターニング膜67pのうちコンタクトホール44Aの上に位置する部分の上に形成される。マスク層68a、68bは、例えば、アルミナ層の上に、パターニングされた金属層を形成し、この金属層をマスクとして、RIEによってアルミナ層をエッチングすることによって形成される。

【0119】次に、マスク層68a、68bをマスクとして、RIEによって、被パターニング膜67pおよび絶縁層66をエッチングする。これにより、被パターニング膜67pがパターニングされて、上部磁極層67の磁極部分を含む磁極部分層67aと、下部磁極層40に接続される接続部分層67cとが形成され、絶縁層66がパターニングされて、スロートハイト規定用絶縁層66aとなる。また、磁極部分層67aにおいてスロートハイト規定用絶縁層66aを収納する部分が絶縁層収納部となる。上部磁極層67は、磁極部分層67aおよび接続部分層67cと、後述するヨーク部分層67bとで構成される。

【0120】次に、磁極部分層67aの周辺において、マスク層68aをマスクとして、RIEによって、記録ギャップ層44と、下部磁極層40の磁極部分層40aをエッチングして、図15(b)に示したようなトリム構造を形成する。

【0121】次に、図16に示したように、記録ギャップ層44の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイル69を、例えば $1.0\sim 2.0\mu\text{m}$ の厚みおよび $1.2\sim 2.0\mu\text{m}$ のコイルピッチで形成する。薄膜コイル69は、接続部分層68cを中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号69aは、薄膜コイル69を後述するリード層72に接続するための接続部を示している。次に、薄膜コイル69を囲うようにフォトレジスト層70を形成する。

【0122】次に、図17に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるコイル絶縁層71を、約 $3\sim 4\mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、例えばCMPによって、磁極部分層67aおよび接続部分層67cが露出するまで、コイル絶縁層71を研磨して、表面を平坦化処理する。次に、薄膜コイル69の接続部69aの上の部分においてコイル絶縁層71を部分的にエッチングしてコンタクトホールを形成する。

【0123】次に、磁極部分層67a、コイル絶縁層71および接続部分層67cの上に、上部磁極層67のヨーク部分となるヨーク部分層67bを、例えば $2.0\sim 3.0\mu\text{m}$ の厚みに形成する。このとき同時に、コイル

27

絶縁層 71 の上に、薄膜コイル 69 接続部 69a に接続されるリード層 72 を、例えば $2.0 \sim 3.0 \mu\text{m}$ の厚みに形成する。ヨーク部分層 67b およびリード層 72 の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態におけるヨーク部分層 17b と同様である。また、ヨーク部分層 67b のエアベアリング面 30 側の端部は、エアベアリング面 30 から離れた位置に配置されている。

【0124】次に、図 18 に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層 73 を、例えば $20 \sim 40 \mu\text{m}$ の厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、上記各層を含むスライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面 30 を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0125】本実施の形態では、上部磁極層 67 が本発明における第 2 の磁性層に対応する。

【0126】なお、本実施の形態において、上部磁極層 67 の磁極部分層 67a、記録ギャップ層 44 および下部磁極層 40 の磁極部分層 40a を RIE によってエッチングする代りに、集束イオンビームによってエッチングするようにしてもよい。

【0127】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第 2 の実施の形態と同様である。

【0128】〔第 4 の実施の形態〕次に、図 19 ないし図 25 を参照して、本発明の第 4 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図 19 ないし図 25 において、(a) はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b) は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0129】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、絶縁膜 9 を形成する工程までは、第 1 の実施の形態と同様である。

【0130】本実施の形態では、次に、図 19 に示したように、絶縁膜 9 の上に、磁性材料によって、記録ヘッド用の下部磁極層 80 におけるヨーク部分となるヨーク部分層 80b を、例えば $1.0 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の厚みで、選択的に形成する。なお、下部磁極層 80 は、このヨーク部分層 80b と、後述する磁極部分層 80a および接続部分層 80c とで構成される。ヨーク部分層 80b のエアベアリング面 30 側の端部は、エアベアリング面 30 から離れた位置に配置されている。ヨーク部分層 80b の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態におけるヨーク部分層 80b と同様である。

【0131】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層を、約 $2 \sim 3 \mu\text{m}$ の厚みに形成し、例えば CMP によって、ヨーク部分層 80b が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。これにより、図 19 に示したように、ヨーク部分層 80b のエアベアリング面 30 側の端部からエアベアリング面 30 までの部分において、絶

28

縁膜 9 の上に絶縁層 81 が形成される。また、絶縁膜 9 の上における他の部分には、絶縁層 32 が形成される。

【0132】次に、図 20 に示したように、絶縁層 81 とヨーク部分層 80b の上に下部磁極層 80 の磁極部分層 80a を形成すると共に、ヨーク部分層 80b の上に接続部分層 80c を形成する。磁極部分層 80a は、下部磁極層 80 における磁極部分を含む。接続部分層 80c は、後述する薄膜コイルの中心の近傍の位置に配置される。磁極部分層 80a と接続部分層 80c の厚みは、例えば $1.0 \sim 1.5 \mu\text{m}$ とする。磁極部分層 80a および接続部分層 80c の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態における磁極部分層 10a および接続部分層 10c と同様である。

【0133】次に、磁極部分層 80a の上面のうち、所望のスロートハイトゼロ位置からエアベアリング面 30 とは反対側の部分を、イオンミリング等によって、例えば $0.3 \sim 0.6 \mu\text{m}$ だけエッチングする。これにより、磁極部分層 80a において、スロートハイトゼロ位置からエアベアリング面 30 とは反対側の部分に、後述するスロートハイトを規定するためのスロートハイト規定用絶縁層を収納する絶縁層収納部 82 が形成される。

【0134】次に、図 21 に示したように、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁膜 83 を、約 $0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$ の厚みに形成する。

【0135】次に、絶縁膜 83 の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイルの第 1 層部分 84 を、例えば $0.8 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の厚みに形成する。薄膜コイルの第 1 層部分 84 は、接続部分層 80c を中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号 84a は、薄膜コイルの第 1 層部分 84 を後述する第 2 層部分 88 に接続するための接続部を示している。次に、薄膜コイルの第 1 層部分 84 を囲うようにフォトレジスト層 85 を形成する。

【0136】次に、図 22 に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるコイル絶縁層 86 を、約 $3 \sim 4 \mu\text{m}$ の厚みで形成する。次に、例えば CMP によって、下部磁極層 80 の磁極部分層 80a および接続部分層 80c が露出するまで、コイル絶縁層 86 を研磨して、表面を平坦化処理する。ここで、図 22 は、薄膜コイルの第 1 層部分 84 は露出していないが、第 1 層部分 84 が露出するようにしてもよい。コイル絶縁層 86 のうち、絶縁層収納部 82 に収納された部分は、スロートハイト規定用絶縁層となる。

【0137】次に、全体に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層 87 を、例えば $0.1 \sim 0.15 \mu\text{m}$ の厚みに形成する。記録ギャップ層 87 の材料や形成方法は、第 1 の実施の形態における記録ギャップ層 14 と同様である。

【0138】次に、接続部分層 80c と接続部 84a の上の位置において、記録ギャップ層 87 を部分的にエッ

29

チングしてコンタクトホールを形成する。

【0139】次に、図23に示したように、記録ギャップ層87の上に、フレームめっき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイルの第2層部分88を、例えば0.8～1.0 μm の厚みに形成する。薄膜コイルの第2層部分88は、接続部分層80cを中心にして巻回されるように形成される。なお、図中、符号88aは、薄膜コイルの第2層部分88を第1層部分84に接続するための接続部を示している。次に、薄膜コイルの第2層部分88を囲うようにフォトレジスト層89を形成する。

【0140】次に、記録ギャップ層87のエアベアリング面30側の端部近傍の位置において、記録ギャップ層87の上に、上部磁極層90における磁極部分を含む磁極部分層90aを形成する。このとき同時に、下部磁極層80の接続部分層80cの上に接続部分層90cを形成する。磁極部分層90aおよび接続部分層90cは、同じ磁性材料によって形成し、厚みは例えば2～3 μm とする。上部磁極層90は、磁極部分層90aおよび接続部分層90cと、後述するヨーク部分層90bとで構成される。

【0141】磁極部分層90aおよび接続部分層90cの材料や形成方法は、第1の実施の形態における磁極部分層17aおよび接続部分層17cと同様である。

【0142】次に、磁極部分層90aの周辺において、磁極部分層90aをマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層87を選択的にエッチングする。次に、磁極部分層90aの周辺において、磁極部分層90aをマスクとして、例えばアルゴン系ガスをを用いたイオンミリングによって、下部磁極層80の磁極部分層80aを選択的に約0.3～0.6 μm 程度エッチングして、図23(b)に示したようなトリム構造とする。なお、エアベアリング面30における磁極部分層90aの幅と磁極部分層80aの幅を、厚み方向の全体にわたって等しくしてもよい。この場合、磁極部分層90aの周辺において、磁極部分層90aをマスクとして記録ギャップ層87と磁極部分層80aとをエッチングしてもよいし、磁極部分層90aの上に形成したマスク層をマスクとして磁極部分層90a、記録ギャップ層87および磁極部分層80aをエッチングしてもよい。

【0143】次に、図24に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるコイル絶縁層91を、約3～4 μm の厚みに形成する。次に、例えばCMPによって、磁極部分層90aおよび接続部分層90cが露出するまで、コイル絶縁層91を研磨して、表面を平坦化処理する。

【0144】次に、図25に示したように、磁極部分層90a、コイル絶縁層91および接続部分層90cの上に、上部磁極層90のヨーク部分となるヨーク部分層90bを、例えば2.0～3.0 μm の厚みに形成する。ヨーク部分層90bのエアベアリング面30側の端部

30

は、エアベアリング面30から離れた位置に配置されている。ヨーク部分層90bの材料や形成方法は、第1の実施の形態におけるヨーク部分層17bと同様である。

【0145】次に、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層92を、例えば20～40 μm の厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、上記各層を含むスライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面30を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0146】本実施の形態では、下部磁極層80が本発明における第1の磁性層に対応し、上部磁極層90が本発明における第2の磁性層に対応する。

【0147】本実施の形態では、薄膜コイルの第1層部分84を、下部磁極層80の磁極部分層80aの側方に配置し、平坦な絶縁膜83の上に形成している。そのため、本実施の形態によれば、第1層部分84を微細に精度よく形成することが可能になる。また、本実施の形態によれば、磁極部分層80aのエアベアリング面30とは反対側の端部の近くに、薄膜コイルの第1層部分84の端部を配置することができる。

【0148】本実施の形態では、薄膜コイルの第1層部分84を下部磁極層80の磁極部分層80aの側方に配置し、薄膜コイルの第1層部分84を覆うコイル絶縁層86の上面を下部磁極層80の磁極部分層80aの上面と共に平坦化し、この平坦化された面の上に記録ギャップ層87を介して、薄膜コイルの第2層部分88を形成している。従って、本実施の形態によれば、第2層部分88も微細に精度よく形成することが可能になる。また、本実施の形態によれば、上部磁極層90の磁極部分層90aのエアベアリング面30とは反対側の端部の近くに、薄膜コイルの第2層部分88の端部を配置することができる。

【0149】以上のことから、本実施の形態によれば、記録ヘッドにおける磁路長の縮小が可能となる。

【0150】また、本実施の形態によれば、上部磁極層90の磁極部分層90aとヨーク部分層90bが、いずれも平坦化された面の上に形成されるので、磁極部分層90aおよびヨーク部分層90bを微細に精度よく形成することが可能になる。

【0151】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0152】本発明は、上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば上記各実施の形態では、基体側に読み取り用のMR素子を形成し、その上に、書き込み用の誘導型電磁変換素子を積層した構造の薄膜磁気ヘッドについて説明したが、この積層順序を逆にしてもよい。

【0153】つまり、基体側に書き込み用の誘導型電磁変換素子を形成し、その上に、読み取り用のMR素子を

31

形成してもよい。このような構造は、例えば、上記実施の形態に示した上部磁極層の機能を有する磁性膜を下部磁極層として基体側に形成し、記録ギャップ膜を介して、それに対向するように上記実施の形態に示した下部磁極層の機能を有する磁性膜を上部磁極層として形成することにより実現できる。

【0154】また、本発明は、誘導型電磁変換素子のみを備えた記録専用の薄膜磁気ヘッドや、誘導型電磁変換素子によって記録と再生を行う薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。

【0155】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし8のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項9ないし16のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の磁性層と第2の磁性層が共に磁極部分層とヨーク部分層とを有し、且つ各ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、2つの磁極部分層を精度よく形成することが可能であり、これにより、誘導型電磁変換素子の磁極部分を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。また、本発明によれば、各ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みを防止することができるという効果を奏する。

【0156】また、請求項5または6記載の薄膜磁気ヘッドもしくは請求項13または14記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、薄膜コイルの少なくとも一部を第1の磁極部分層の側方に配置したので、薄膜コイルの少なくとも一部の端部を第1の磁極部分層の端部の近くに配置することができ、その結果、磁路長の縮小が可能になるという効果を奏する。

【0157】また、請求項6記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項14記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、ギャップ層側の面が第1の磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けたので、コイル絶縁層に隣接する層を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。

【0158】また、請求項7または8記載の薄膜磁気ヘッドもしくは請求項15または16記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、薄膜コイルの少なくとも一部を第2の磁極部分層の側方に配置したので、薄膜コイルの少なくとも一部の端部を第2の磁極部分層の端部の近くに配置することができ、その結果、磁路長の縮小が可能になるという効果を奏する。

【0159】また、請求項8記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項16記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第2の磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、第2のヨーク部分層側の面が第

32

2の磁極部分層における第2のヨーク部分層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けたので、コイル絶縁層に隣接する層を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。

【0160】また、請求項17ないし22のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項23ないし28のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の磁性層が磁極部分層とヨーク部分層とを有し、且つヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、第1の磁性層の磁極部分層を精度よく形成することが可能であり、これにより、磁極部分を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。また、本発明によれば、ヨーク部分層の媒体対向面側の端部は媒体対向面から離れた位置に配置されるので、記録すべき領域以外の領域へのデータの書き込みを防止することができるという効果を奏する。また、本発明によれば、ヨーク部分層の媒体対向面側の端部が媒体対向面から離れた位置に配置されることにより、記録ヘッドの磁極部分と再生ヘッドの磁気抵抗素子との間を磁氣的に分離でき、記録ヘッドの記録動作に起因して再生ヘッドにおける再生信号に発生するノイズや変動を低減することができるという効果を奏する。

【0161】また、請求項21または22記載の薄膜磁気ヘッドもしくは請求項27または28記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、薄膜コイルの少なくとも一部を磁極部分層の側方に配置したので、薄膜コイルの少なくとも一部の端部を磁極部分層の端部の近くに配置することができ、その結果、磁路長の縮小が可能になるという効果を奏する。

【0162】また、請求項22記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項28記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、磁極部分層の側方に配置された薄膜コイルの少なくとも一部を覆い、ギャップ層側の面が第1の磁極部分層におけるギャップ層側の面と共に平坦化されたコイル絶縁層を設けたので、コイル絶縁層に隣接する層を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図2】図1に続く工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図 7】図 6 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける下部磁極層および上部磁極層の磁極部分の近傍を示す斜視図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図 11】図 10 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 12】図 11 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 13】図 12 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 14】本発明の第 2 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図 15】本発明の第 3 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図 16】図 15 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 17】図 16 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 18】本発明の第 3 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図 19】本発明の第 4 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図 20】図 19 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 21】図 20 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 22】図 21 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 23】図 22 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 24】図 23 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 25】本発明の第 4 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図 26】従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図 27】図 26 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 28】図 27 に続く工程を説明するための断面図である。

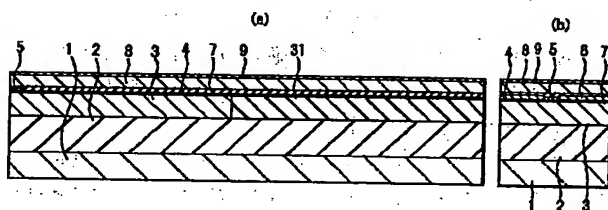
【図 29】図 28 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 30】従来の磁気ヘッドの平面図である。

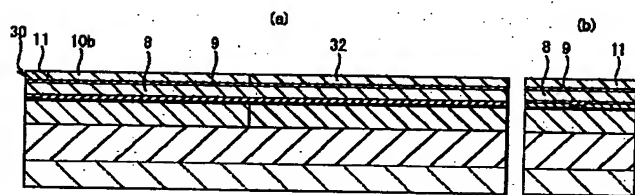
【符号の説明】

1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、5…MR素子、8…上部シールド層、9…絶縁膜、10…下部磁極層、10a…磁極部分層、10b…ヨーク部分層、11…エアベアリング面、14…記録ギャップ層、15…薄膜コイルの第 1 層部分、17…上部磁極層、17a…磁極部分層、17b…ヨーク部分層、19…コイル絶縁層、20…薄膜コイルの第 2 層部分、22…オーバーコート層、30…エアベアリング面。

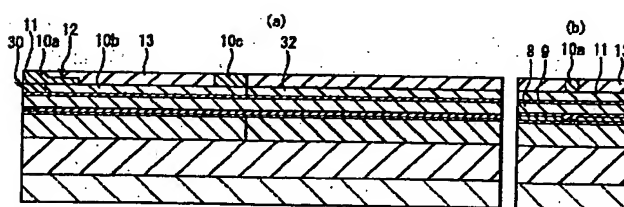
【図 1】



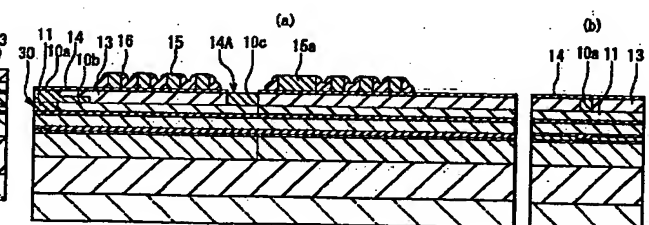
【図 2】



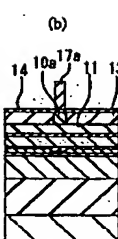
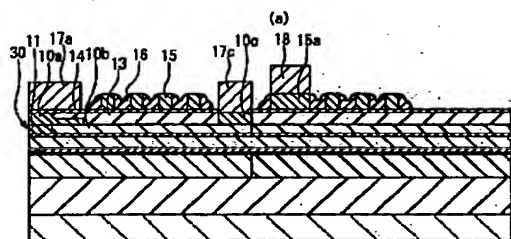
【図 3】



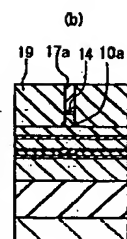
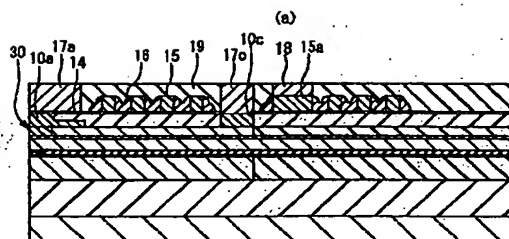
【図 4】



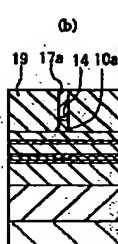
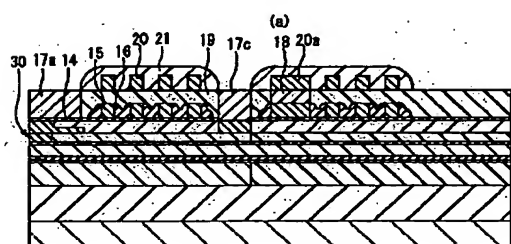
【図 5】



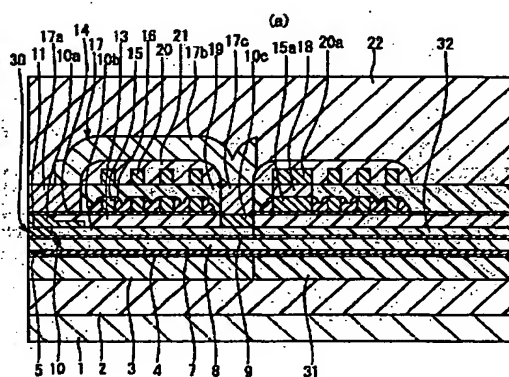
【図 6】



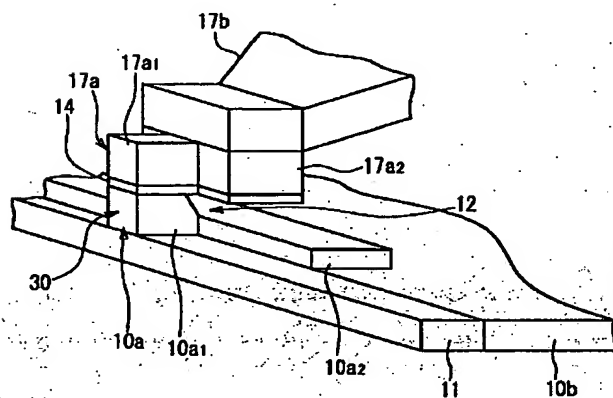
【図 7】



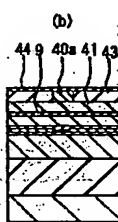
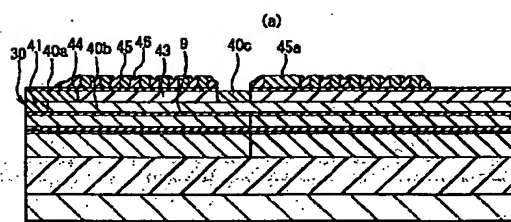
【図 8】



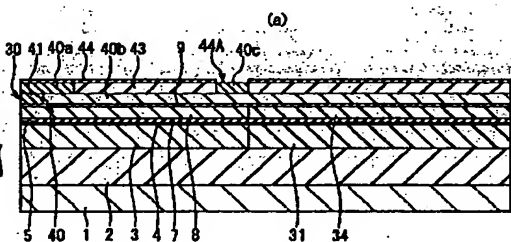
【図 9】



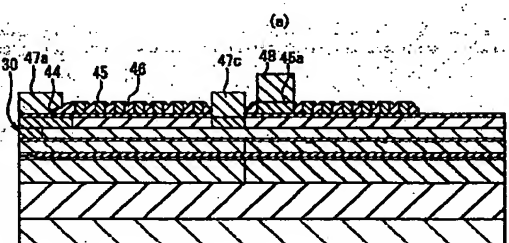
【図 11】



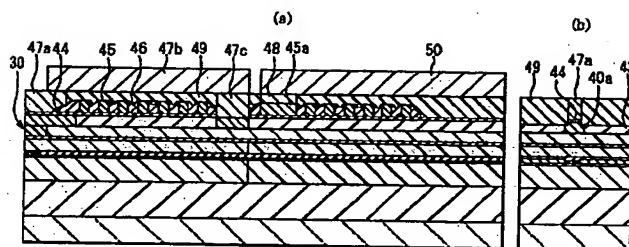
【図 10】



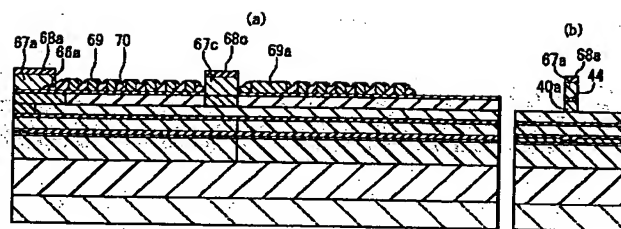
【図 12】



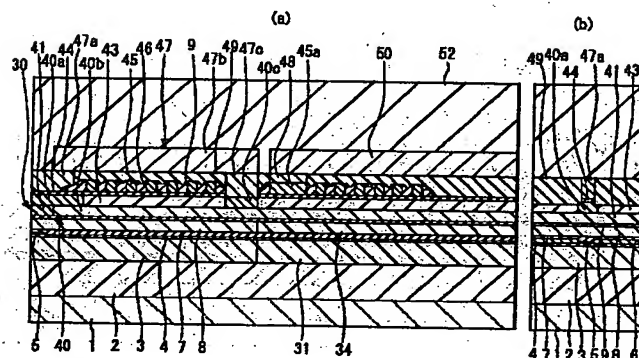
【図13】



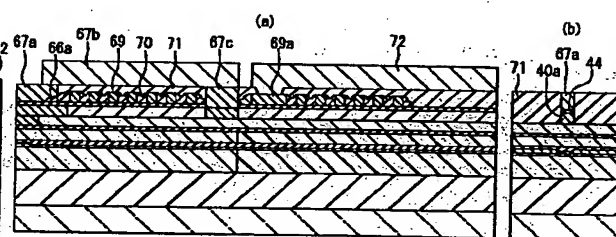
【図16】



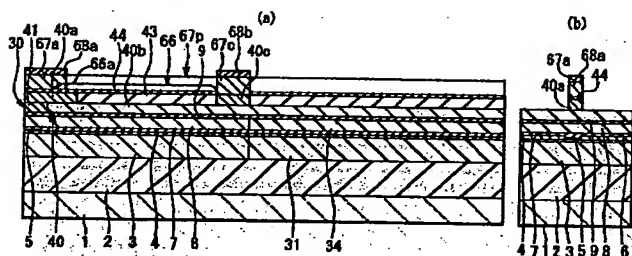
【図14】



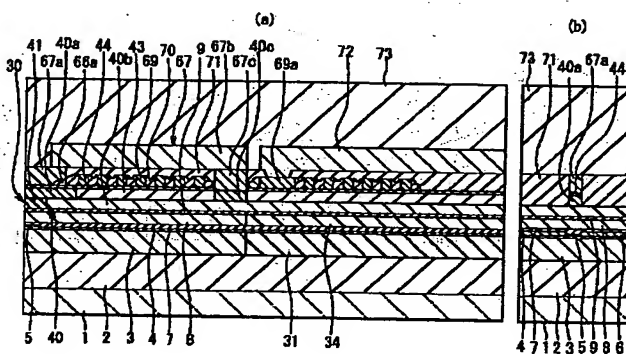
【図17】



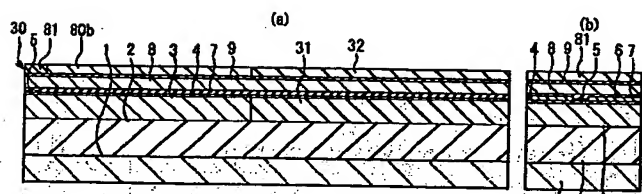
【図15】



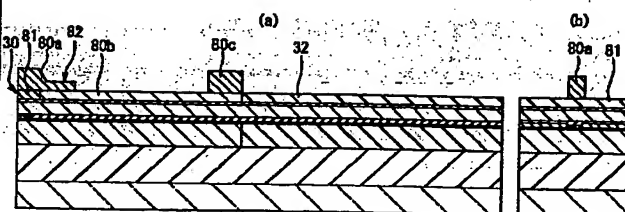
【図18】



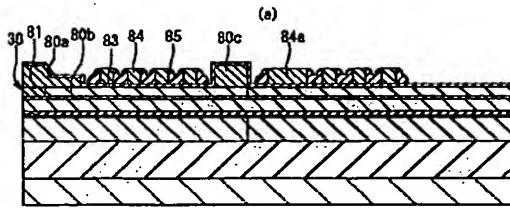
【図19】



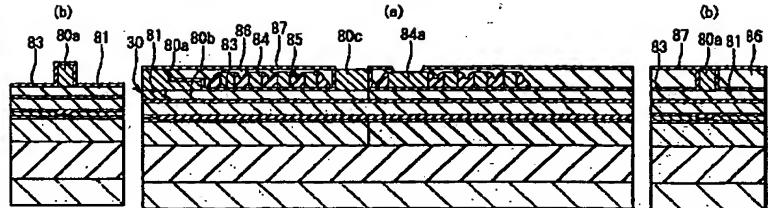
【図20】



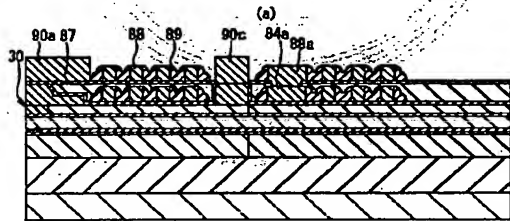
【図 21】



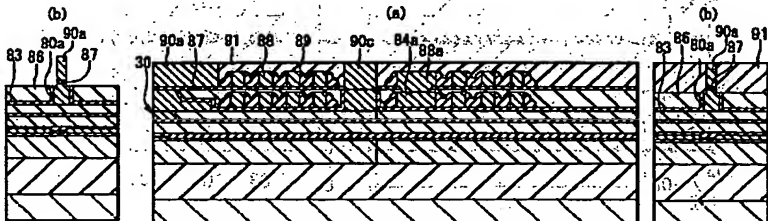
【図 22】



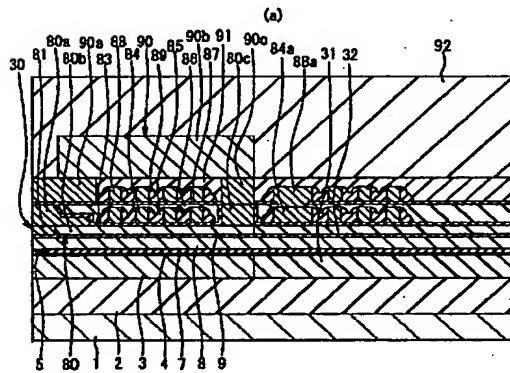
【図 23】



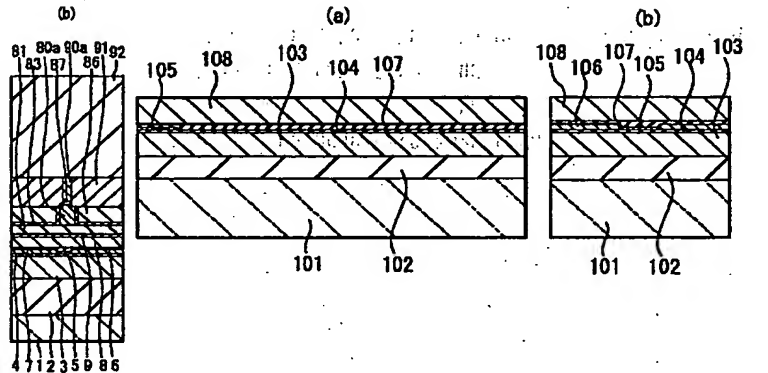
【図 24】



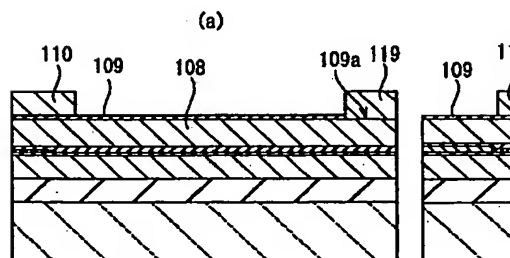
【図 25】



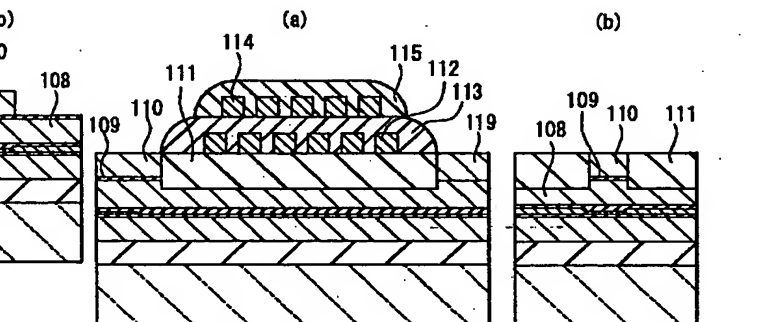
【図 26】



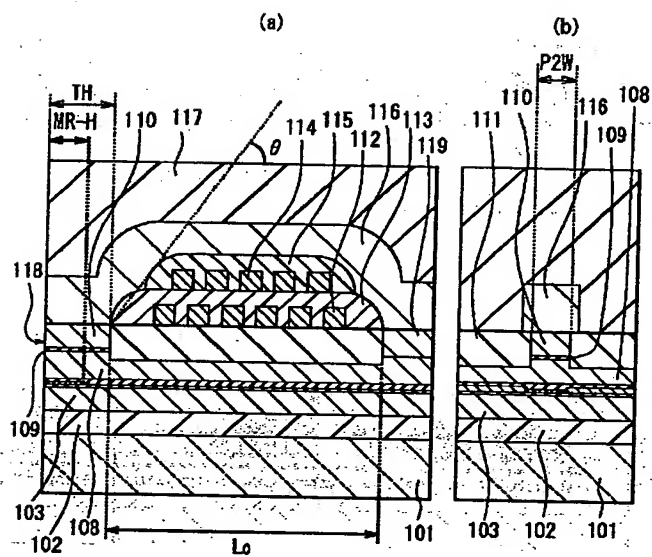
【図 27】



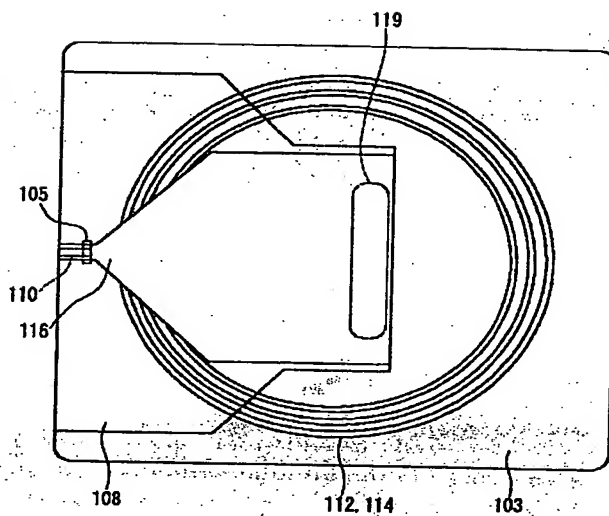
【図 28】



【図 29】



【図 30】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D033 BA08 BA12 BA13 BA32 BA41
 BB43 CA02 CA05 DA02 DA07
 DA31
 5D034 BA02 BA15 BB08 BB12